云 南 植 物 研 究 1997; 增刊 Ⅸ: 123～128
Acta Botanica Yunnanica

西双版纳沟谷热带雨林的生物量研究 *

党承林　吴兆录　张 强
（云南大学生态学与地植物学研究所，昆明 650091）

摘要　本文研究了西双版纳沟谷热带雨林的生物量。结果是：沟谷热带雨林的总生物量为 335.036t. hm^{-2}，其中乔木层为 321.185 t.hm^{-2}(95.86%)，灌木层为 2.664 t.hm^{-2}(0.80%)，草本层为 1.635 t. hm^{-2}(0.49%)，藤本植物为 4.078 t.hm^{-2}(1.22%)，附生植物为 0.092 t.hm^{-2}(0.03%)，凋落物为 5. 382 t.hm^{-2}(1.61%)。

关键词　西双版纳, 沟谷热带雨林, 生物量

A STUDY ON BIOMASS OF THE RAVINE TROPICAL RAIN FOREST IN XISHUANGBANNA

DANG Cheng-Lin,　WU Zhao-Lu,　ZHANG Qiang
(*Institute ofEcology and Geobotany, Yunnan University*, Kunmimg 650091)

Abstract　This paper deals with the biomass of the ravine tropicalrain forest at an elevation of 720 m(N 22° 4′-16′; E 100° 32′-44′) in Xishuangbanna. The result showsthat the total biomass is 335.036 t.hm^{-2},of which the tree- layer is 321.185 t.hm^{-2}(95.86%), shrub layer 2.664 t.hm^{-2}(0.80%), herb layer 1.635 t.hm^{-2}(0.49%),liana 4.078t.hm-2(1.22%), epiphyte 0.092 t.hm^{-2}(0.03%),litter 5.382 t.hm^{-2}(1.61%).

Key words　Xishuangbanna, Ravine tropical rain forest, Biomass

八十年代以来，我国学者从北到南开展了生物生产力的研究，发表了大量论文，其中又以森林为多，但有关热带雨林生物生产力的研究相当少，阳云等（1984）和黄全等（1991）在海南岛分别研究了关峰岭热带雨林地上部分生物量和黎母山热带山地雨林的生物量。在我国，有关沟谷热带雨林的生物生产力研究尚未见报导。

研究地自然概况

研究地位于西双版纳州的纳版河自然保护区，地理位置为北纬 22° 4′-16′，东经 100° 32′-44′。终年受西南季风影响，属北热带季风湿润气候，年均温 18-22° C。年降水量 1200-1800 mm。干湿季分明，80%的降水量集中于 6-10 月，11 月至翌年 5 月为干季。冬季（12-2 月）雾日多，空气相对湿度达 80%以上；干季后期（3-5 月）雾日少，气温升高，空气相对湿度降至 75%以下。

调查地设置于景洪县嘎栋乡纳版河左侧一条较长的沟谷中。由于沟谷口附近人为活动频繁，林木破坏严重，故样地设置于原始状态保持较好的沟谷中段。样地面积 2000 m^2，坡度 42°，坡向北西 47°，海

·云南省科委基金资助项目
1996-06-27 收稿, 1996-09-10 修回

拔 720 m。

生物量的测定

乔木层　在每木调查的基础上共选伐样木 52 株，样木胸径 2.0–10.0 cm 的 35 株，10.0–40.0 cm 17 株。最大一株为新乌檀，胸径达 78.0 cm，先用材积公式计算出树干材积，再乘以密度得其干重。树干按 2 m 分段，锯断称重，在树干基部、胸径和端部处各锯取一个 3–5 cm 厚的圆盘。测量各枝的基径和长度，将老枝和新枝、老叶和新叶分别称重，取少量样品作含水量测定用。

灌木层和草本层　在调查样地上设置 2x2 m 的小样方 10 个，将全部植株掘出，按种类分别称重，取样烘干折算成单位面积（公顷，hm^{-2}）上的干重（生物量）。

层间植物　在小样方内收集所有直径小于 2 cm 的木质藤本植物，以及草质藤本植物和附生植物，其生物量按干重计。大于 2 cm 的木质藤本多数已达树冠，不易收集，本文假设与同一直径的树木有相同的生物量，故用乔木的数学模型估计之。

枯落量　花、果实、枝、叶等枯落物的测定是在样地上，按 10 m 间距设置 10 个 1x1 m 的固定样框，样框距地面约 1 m。样框边高 15 cm，框底用塑料细网纱。每月定时收集并晒干，共调查 12 次。取样烘干折算成单位面积干重。

沟谷热带雨林的群落学特征

乔木上层高 35～40 m，胸径 40～110 cm，盖度 30%，树冠呈不连续状态。主要树种有：绒毛番龙眼(*Pometia tomentosa*)、窄叶半枫荷(*Pterospermum lanceaefolium*)、盆架树(*Winchia calophylla*)等，树干浑圆挺拔，板根明显。

乔木中层高 10～30 m，胸径 10～40 cm，盖度 80%。该层不仅数量多，种类也十分丰富，达 70 余种。比较重要的种类有：滇南风吹楠(*Horsfieldia tetratepala*)、油朴(*Celtis wightii*)等。

乔木下层高 10 m，胸径 2～10 cm，盖度 60%。主要树种有泰国黄叶树(*Xanthophyllum siamense*)、大叶藤黄(*Garcinia xanthochymus*)、云树(*G. cowa*)、二室棒柄花(Cleidion spiciflorum)、假海桐(*Pittlosporopsis kerrii*)等。

小乔木灌木层高 1～5 m，盖度 15%。大多数为乔木树种的幼树，真正的灌木种类并不多，常见的种类有红紫麻(*Oreocnide rubescens*)、染木(*Saprosma ternatum*)、腺萼木一种(*Mycetia* sp.)、单叶火筒(*Leea crispa*)、花叶九节木(*Psychotria siamica*)等。

草本层高 1～2 m，盖度 10%以下，在沟谷底部两侧生长相当繁茂，沟谷中上部分布稀散。比较优势的种类有：楼梯草一种(*Elatostema* sp.)、穿鞘花(*Amischotolypehispida*)、云南牙蕨(*Pteridrys cnenidria*)、长叶实蕨(*Bollitisheteroclita*)等。

层间植物发达，木质藤本以扁担藤(*Tetrastigma planicaule*)、刺果藤(*Byttnertia aspera*)最常见，粗达 15 cm 以上。草质藤本以黄花胡椒(*Piper flaviflorum*)为多。常见的附生植物有石柑子(*Pothoschinensis*)、鸟巢蕨(Neottopteris nidus)等。

结果分析

乔木层的生物量及分布

乔木层器官生物量的优化回归模型　沟谷热带雨林的乔木种类达数十种，缺乏明显的优势种，绝大多数种仅有数株，没有可能建立各个种类的生物量或生产量的数学模型，故不按种类建模。鉴于小树与大树的生物量或生产量差别太大，故分别建之。幼树（胸径 2～10 cm）和大树（胸径 10 cm 以上）的样木器官生物量优化回归模型（表 1）。相对而言，幼树回归模型的相关系数普遍要比大树的低一些。

表 1　乔木层的器官生物量优化回归模型

Table 1　Optimum regression model of the organic biomass in the sample of tree layers of the ravine tropical rain forest inXishuangbanna

器官 Organ	回归方程式 Regression equation	相关系数 Correlation coefficient	拟合均方误差 Standard deviation
干 Stem	$Ws=0.2228x1.6465^{D}$	0.9643*	2.2428
枝 Branch	$Wb=0.3601+2.2233E-04xD^{4}$	0.9101*	0.2934
叶 Leaf	$Wl=0.2568+1.1544E-04xD^{4}$	0.9153*	0.1945
根 Root	$Wr=0.4154+7.9155E-02xD^{2}$	0.9184*	1.3253
全株 Whole tree	$Wt=0.5574x1.5675D$	0.9593*	3.7260
干 Stem	$Ws=5.9177E-02xD^{2.5681}$	0.9997*	9.4740
枝 Branch	$Wb=0.1872x(-4.6950+D)^{2}$	0.9902*	10.5672
叶 Leaf	$Wl=-15.6043+1.3916xD$	0.9819*	4.3142
根 Root	$Wr=-26.5584+0.2157xD^{2}$	0.9981*	8.7808
全株 Whole tree	$Wt=1.2482x(-5.5774+D)^{2}$	0.9992*	24.9311

D: 胸径, DBH, *: $P<0.01$

表 2　乔木层生物量的径级分布

Table 2　The distribution of DBH classes of the biomass in treelayers of the ravine tropical rain forest in Xishuangbanna

径 级 dbh class(cm)	干 Stem (%)	枝 Branch (%)	叶 Leaf (%)	根 Root (%)	径级生物量比例 Ratio of dbh class B(%)
2–5	57.68	27.36	10.08	5.05	3.56
5–10	57.41	19.50	6.76	16.33	3.15
10–15	70.19	20.00	1.75	8.06	2.67
15–20	54.34	18.00	5.03	20.90	3.70
20–25	52.75	17.81	4.78	24.66	5.23
25–30	53.34	17.69	4.15	24.82	0.83
30–35	54.17	17.56	3.75	24.51	1.13
35–40	55.61	17.25	3.22	23.86	5.07
40–45	53.41	21.05	2.76	22.79	9.42
45–50	58.44	16.71	2.45	22.41	3.24
55–60	60.15	16.28	2.08	21.50	4.62
60–65	61.16	16.00	1.88	20.95	5.67
65–70	62.07	15.74	1.72	20.46	6.80
70–75	63.18	15.42	1.55	19.86	8.46
95–100	66.64	14.30	1.09	17.98	16.81
100–105	67.41	14.03	1.00	17.56	19.63

由模型推算的乔木层生物量为 321.185 t.hm $^{-2}$。

生物量的径级分布

由表 2 可以看出，生物量主要集中于 30～40 cm 之后的大径级中，约占该层生物量的 3／4。

各径级的生物量比例在 40～45 cm 之前均比较小，且随径级增大无明显变化规律；而之后的径级生物量比例随径级增大而上升。另外，径级生物量的分布有两个高峰，即径级 40～45 cm 和 95～100 cm。其生物量的径级分布与海南岛黎母山热带山地雨林十分相似（黄全等,1991）。

各径级的器官生物量随径级增大的变化规律如下：树干的生物量比例除前 4 个径级（2-20 cm）不太稳定外，其余径级均随径级增大而缓慢增加。枝和叶的生物量比例随径级增大而逐步下降。根的生物量比例开始随径级增大而增加，径级 25～30 cm 达到最大，尔后缓慢下降。

生物量的器官分配

乔木层生物量的器官分配为：树干占 3／5 以上，枝约占 1／6，叶占 2.46%，根占 1／5（表 3)。与海南岛黎母山的热带山地雨林生物量器官分布（黄全等）相比，两者的树干生物量比例很接近，沟谷热带雨林的叶和根比之要高一些，而枝则低一些。

各亚层的生物量分配以上层最高，占乔木层生物量的 3／4，中层占 1／5 以下，下层仅占 6.72%。

表 3　乔木层的器官生物量分配（吨／公顷）

Table 3　The distribution of the organ biomass of treelayers in the ravine tropical rain forest in Xishuangbanna(t.hm $^{-2}$) .

乔木层 Tree	生物量 B	树干 Stem	枝 Stem	叶 Leaf	根 Root	总计 Total
乔木上层	t.hm $^{-2}$	151.496	37.624	3.753	46.871	239.743
tree-I	%	63.19	15.69	1.57	19.55	
乔木中层	t.hm $^{-2}$	33.793	10.778	2.322	12.962	59.855
tree- II	%	56.46	18.01	3.88	21.66	
乔木下层	t.hm $^{-2}$	12.413	5.105	1.839	2.230	21.587
tree-III	%	57.50	23.65	8.52	10.33	
合　计	t.hm $^{-2}$	197.701	53.507	7.914	62.063	321.185
Total	%	61.55	16.66	2.46	19.32	

B:biomass，生物量

各亚层生物量的器官分配为：树干生物量以上层最高，占 3／5 以上，中层和下层比较接近；枝生物量随高度上升而下降，下层最高，达 23.65%，分别比中层和上层高 5%和 8%；叶生物量的分布与枝类似，下层占 8.52%，分别为中层和上层的 2 倍和 3 倍以上。

灌木层的生物量及分配

在 10 个 2x2 m 的小样方中共有 18 种，多为乔木树种的幼树。灌木层生物量为 2. 664t.hm $^{-2}$。

生物量的器官分配为：干和枝占灌木层生物的 55.63%，叶占 13.25%，根占 31.12%。

生物量较高的种类有；银钩花占灌木层生物量的 26.31%，空管榕占 10.27%，柏拿参占 9.28%，云树占 8.72%，染木占 5.91%%，油朴占 5.07%，其余 12 种均在 5%以下。

草本层的生物量及分配

草本层的生物量为 1.635 t.hm $^{-2}$。其中叶 0.811 t.hm $^{-2}$，占 49.60%，根 0.824 t.hm $^{-2}$，占 50.40%。

在 14 种草本植物中，云南牙蕨等 7 种蕨类植物的生物量为 0.887 t.hm $^{-2}$，占 54.25%，楼梯草 0.436 t.hm $^{-2}$，占 7.52%，穿鞘花等 5 种为 0.189 t.hm $^{-2}$，占 11.53%。

层间植物的生物量及分布

层间植物的生物量比较高，达 4.170 t.hm $^{-2}$。其中以木质藤本的生物量最大，为 3.431 t.hm $^{-2}$，占

82.36%%；草质藤本 0.647 t.hm^{-2}，占 15.50%；附生植物最低，为 0. 089 t.hm^{-2}，占 2.13%。

枯落量

全年的枯落量为 5.382 t.hm^{-2}，其中枝占 1／5，叶约占 3／4，花占 1.68%，果实占 5.39%（表 4)。

表 4　沟谷热带雨林的年凋落物量（克・平方米・年）

Table 4　Annual litters in the ravine tropical rain forest inXishuangbanna (g.m^{-2}.a)

月 份 Month	枝 Branch	叶 Leaf	花 Flower	果 Fruit	合计 Total	比例 %
1	16.25	21.52	1.35	0.12	39.24	7.29
2	7.07	15.31	0.54	0.98	23.90	4.44
3	22.16	120.73	1.87	2.98	147.74	27.45
4	13.32	120.86	1.57	2.28	138.03	25.65
5	2.32	44. 35	0.33	0.50	47.50	8.83
6	4. 80	11. 84	0.00	0.10	16. 74	3.11
7	15. 19	10. 27	0.72	2.45	28. 63	5.32
8	1. 58	11. 16	1. 79	9. 00	23. 53	4.37
9	10. 22	11.87	0. 28	4. 66	27. 03	5.02
10	8. 25	9.03	0. 52	4. 78	22.58	4. 20
11	1.19	4.92	0. 00	0. 55	6.56	1. 24
12	3.2	12.74	0.06	0.60	16.60	3.08
合计	105.55	394.60	9.03	29.00	538.18	100.00
比例 %	19.61	73.32	1.68	5.39	100.00	

枯落量的月份分布为：几乎全年都有凋落物，但分布不均匀，枯落物量最大的月份是 3 月和 4 月，其枯落量占全年枯落量的一半以上。枝、叶、花、果实在不同月份中的枯落量也不同。枝以 3 月最高，次为 1、4、7、9 月，其余月份均较低。落叶主要集中于 3、4、5 月，占总落叶量的 72.46%。花以 1、3、4、8 月相对较高，这四个月的枯落量占全年的 72.87%，6、11 月的未收集到花的枯落物。果实几乎全年都能收集到，但以 8、9、10 月相对较多，这三个月的落果量占全年的 63.59%。

表 5 沟谷热带雨林的总生物量分布（吨・公顷）

Table 5　The distribution of the total biomass of the ravinetropical rain forest in Xishuangbanna(t.hm^{-2})

层次生物量 B of layer	乔木层 Tree	灌木层 Shrub	草本层 Herb	藤本植物 Liana	附生植物 Epiphyte	凋落物 Litter	合计 Total
t.hm^{-2}	321.185	2.664	1.635	4. 078	0.092	5.382	335.036
%	95.86	0.80	0. 49	1.22	0.03	1.61	100.01

器官生物量 B of organs	树干 Stem	枝 Branch	叶 Leaf	根 Root	花 Flower	果实 Fruit	其它凋落物 Other litter	合计 Total
t.hm^{-2}	199. 183	57. 288	9. 377	63.806	0.090	0.290	5. 002	335. 036
%	59. 45	17. 10	2. 80	19.04	0.03	0.90	1. 49	100.00

B: biomass，生物量

总生物量的分布

沟谷热带雨林的总生物量为 335.036t.hm^{-2}。

总生物量的层次分布

各层次的生物量以乔木层为高，达 321.185t. hm^{-2}，占总生物量的 95.86%，其余依次为凋落物占 1.66%，灌木层占 0.80%，草本层占 0.49%，藤本植物占 1.22%，附生植物占 0.03%（表 5)。5.2 总生物量的器官分布。

器官生物量以树干为最高，达 199.183t.hm^{-2}，约占总生物量的 2／3，根和枝约各占 1／2，叶占

2.8%，花和果实占 0.12%，其它凋落物占 1.49%（表 5）。

结 语

沟谷热带雨林的总生物量为 335.036 $t.hm^{-2}$，高于其它常绿阔叶林（党承林,吴兆录，1992，1994），但比黎母山热带山地雨林的 507.242 $t.hm^{-2}$ 要低得多（黄全等 1991）。

沟谷热带雨林生物量的径级分布不像季风常绿阔叶林那样中间大两头小，与黎母山热带山地雨林生物量的径级分布更接近。在沟谷热带雨林中，40-45cm 之前的径级生物量比例均较小，且随径级的增加无明显变化规律；在之后，则随径级增大而增加。

沟谷热带雨林的树干生物量占的比例较大，达 3／5，明显地高于其它常绿阔叶林的树干生物量；枝和叶的生物量比例相对低一些；根的比例比较接近，约占 1／5（党承林, 吴兆录 1992,1994）。与黎母山热带山地雨林相比，各器官的生物量比例也很接近（黄全等 1991）。

生物量的层次分布以乔木层最高，灌木层和草本层的生物量均比较低，沟谷热带雨林的藤本植物和附生植物相当发达，其生物量大大高于黎母山热带山地雨林。

致谢 本所张光飞、苏文华老师参加野外调查，朱维明教授帮助鉴定部分标本，特表谢忱。

参 考 文 献

木村允著, 姜恕等译, 1981. 陆地植物群落的生产量测定方法. 北京: 科学出版社

阳云, 李意德等, 1988. 海南岛尖峰岭热带季雨林群落结构及地上部分生物量研究. 海南大学学报,6(4): 26

佐藤大七郎, 土是利夫(聂绍荃等译), 1986. 陆地植物群落的物质生产. 北京: 科学出版社

党承林, 吴兆录, 1992. 季风常绿阔叶林短刺栲群落的生物量研究. 云南大学学报(自然科学版),Vol.14(2): 95

党承林, 吴兆录, 1994. 元江栲群落的生物量研究. 云南大学学报(自然科学版), Vol.16(3): 195

黄全, 李意德, 赖巨章等, 1991. 黎母山热带山地雨林生物量研究. 植物生态学与地植物学学报,Vol.(3): 197